

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-192334

(43)Date of publication of application : 30.09.1985

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

(21)Application number : 59-047579

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CORP RES & DEV
LTD

(22)Date of filing : 13.03.1984

(72)Inventor : MATSUZAKI KAZUO

(54) DRY ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable to bring the shape of etching cross-section of an insulating film into an arbitrarily and easily controllable state using a cylindrical plasma etching device by a method wherein the amount of side etching given to the film to be etched is controlled by the partial voltage ratio of the inert gas for reaction gas.

CONSTITUTION: When a microscopic work is going to be performed on the insulating film consisting of a poly silicon film, a silicon nitride film, a silicon nitride film and the like using a cylindrical plasma etching device, the partial voltage ratio of dilute gas with Freon gas is brought to 1 or above by performing an etching wherein dilute gas is mixed to Freon gas, for example, if said insulating film is to be formed in the vertical cross-sectional form same as the size of photoresist coated on the insulating film. Also, when an inclination is given to the cross-sectional form of the insulating film for the purpose of preventing generation of an unsatisfactory step coverage, a plasma etching is performed in the state wherein the partial voltage ratio is brought to 1 or below. Through the above-mentioned procedures, the cross-sectional form after etching performed on the insulating film can be determined arbitrarily.

SPECIFICATION <EXCERPT>

The following describes the present invention with reference to embodiments.

Firstly, a polysilicon insulating film having a thickness of $0.5\ \mu\text{m}$ is formed on a surface of the silicon substrate. Next, photoresist is applied on a predetermined area of the insulating film, and then the result is charged into the cylindrical plasma etching device. A reaction gas generated by mixing CF_4 gas including 4% of oxygen O_2 with Helium (He) gas, for example, is introduced to the device varying a partial pressure ratio of the He gas to the CF_4 gas to calculate relation between the partial pressure ratio and the side etching amount. Referring to FIG. 7 showing the same cross-sectional view of FIG. 2, the side etching amount is expressed by a difference $l - s$ between a length of the base (l) and a length of the top side (s) of a cross-sectional view of a trapezoid of the insulating film 2 formed between the silicon substrate 1 and the resist 3. The result is shown in Table 1. Here, l is almost equal to a width of the resist 3 for just etching. \bar{x} in Table 1 is an average value of 5 points in the silicon substrate having a radius of 4 inches.

Table 1

Partial Pressure Ratio	0	0.25	1.0
Side Etching Amount	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
$l - s\ (\mu\text{m})$	1.58	1.48	0.30

As shown in Table 1, as the partial pressure ratio of the He gas to the CF_4 gas is increased, the side etching amount reduces while an etching speed decreases.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-192334

⑬ Int.Cl.⁴

H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F-8223-5F

⑭ 公開 昭和60年(1985)9月30日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 ドライエッチング方法

⑯ 特 願 昭59-47579

⑰ 出 願 昭59(1984)3月13日

⑱ 発 明 者 松 崎 一 夫 横須賀市長坂2丁目2番1号 株式会社富士電機総合研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社富士電機総合研究所 横須賀市長坂2丁目2番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 ドライエッチング方法

2. 特許請求の範囲

1) プラズマエッチング装置を用い、反応ガスに不活性ガスを混合して、半導体素子の微細パターンを加工する方法において、反応ガスに対する不活性ガスの分圧比により、被エッチング膜のサイドエッチ量を制御することを特徴とするドライエッチング方法。

2) 特許請求の範囲第1項記載の方法において、不活性ガスはHeまたはArであることを特徴とするドライエッチング方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

本発明は半導体素子に設けられる絶縁膜などの薄膜を微細加工するドライエッチング方法に関する。

〔従来技術とその問題点〕

例えば集積度の高い半導体集積回路などでは微細なパターンを形成するための微細加工法として

エッチング技術の向上が期待されている。このエッチング過程は一般に例えば第1図に断面図で示すようにシリコン基板1の表面に絶縁膜2を設け、その上にフォトリソ resist 3 によるパターンニングを行い resist 3 をマスクとして絶縁膜2の不膜部分をエッチング除去することが行われており、エッチングの方法は化学溶液を用いて化学反応を利用するウェットエッチングまたは減圧された容器内でガスを高周波で放電させてラジカルで行うドライエッチングがある。

しかしウェットエッチングはエッチングされる絶縁膜2の縦方向と横方向へのエッチング速さがいずれの方向にもほぼ同じ割合で進行するので第2図に断面図で示すように絶縁膜2はシリコン基板1に対して断面形状が台形状になりやすく、アンダカットされて resist 3 の寸法より小さな仕上がりとなる。これに対し、シリコンウエハの大口径化に伴いエッチング加工精度、エッチングの均一性などにすぐれたドライエッチング法が多用されるようになった。ドライエッチングは例えば第

(1)

(2)

3図に要部断面図を示した円筒形プラズマエッチング装置が用いられる。第3図においてプラズマ保護用石英管4内のエッチトンネル5を介してウエハポート6に支持されたウエハ7が配置され、石英管4の外周に設けられた高周波電極8からの高周波出力により反応ガス入口9から導入される例えば酸素を含むフロン(CF₄)ガスの弗素が活性ラジカルとなりウエハ7がエッチングされるが、この方法もウエットエッチングの場合と同様に、マスク材の端から横方向へエッチングが大きく食い込み微細パターンの形成には問題がある。この問題を回避するためにエッチングに異方性をもたせることができ、フォトリソの寸法通りサイドエッチングが少ない平行平板形の反応性イオンエッチングも行われている。例えば第4図はこの平行平板形の反応性イオンエッチング装置の要部断面図を示したものであり、反応容器10の中に高周波電極11と被エッチングウエハ12を対向せしめ反応ガス入口13からエッチングガスを導入して高周波電圧を印加することによりウエハ12のエ

(3)

本発明は円筒形のプラズマエッチング装置を用いポリシリコンや窒化シリコン膜などからなる絶縁膜を微細加工するに際して、これら絶縁膜に塗布したフォトリソ寸法通りの垂直な断面形状をもつように形成するときはフロンガスに希ガスを混合したエッチングガスを用いてフロンガスに対する希ガスの分圧比を1以上にし、またステップカバレッジ不良を防止するために絶縁膜の断面形状に傾斜をもたせるときはエッチングガスの分圧比を1以下としてプラズマエッチングを行うことにより、絶縁膜のエッチング後の断面形状を任意に定めることができるようにしたものである。

〔発明の実施例〕

以下本発明を実施例に基づき説明する。

まずシリコン基板の表面に厚さ0.5 μm のポリシリコン絶縁膜を形成し、この絶縁膜の所定の個所にフォトリソを塗布した後、これを円筒形プラズマエッチング装置に装入して、例えば4%の酸素(O₂)を含むフロン(CF₄)ガスにヘリ

(5)

ウムが行われる。

しかしながらこのドライエッチング方法は、エッチング後第5図に示すように例えばシリコン基板1に設けたポリシリコン酸化膜2はフォトリソ3直下で垂直にエッチングされるが、その後の工程でレジスト3を除去し、配線金属膜14を被着したとき第6図のようなステップカバレッジ不良を生ずる。なお第5図、第6図は比較のため第2図と同一符号で表わしている。またこのドライエッチング方式は従来のプラズマエッチング装置と同様な取扱いができるという点はあっても例えば円筒形プラズマエッチングに比べて処理能力が低くなり、絶縁膜のサイドエッチング量の制御がむずかしいなどの欠点をもっている。

〔発明の目的〕

本発明の目的は上述の欠点を除去し、円筒形のプラズマエッチング装置を用いて絶縁膜のエッチング断面形状を任意にしかも容易に行うことができるドライエッチング方法を提供することにある。

〔発明の要点〕

(4)

ウム(He)ガスを混合した反応ガスを装置内に導入しフロンガスに対するヘリウムガスの分圧比を変化させこの分圧比とサイドエッチ量との関係を求めた。サイドエッチ量は第7図に第2図と同じ断面図を再掲して示した通り、シリコン基板1とレジスト3の間に形成された絶縁膜2の台形状の断面形状に関して底辺の長さ l と上辺の長さ s との差 $l-s$ をもって表わし第1表の結果を得た。なお l はジャストエッチのためレジスト3の巾寸法とほぼ同じである。第1表中 \bar{x} は4インチ径のシリコン基板内5点についての平均値である。

第 1 表

分 圧 比	0	0.25	1.0
サイドエッチ量	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
$l-s$ (μm)	1.58	1.48	0.90

第1表からフロンガスに対するヘリウムガスの分圧比が高くなるにしたがってエッチング速度は遅くなるがサイドエッチ量は減少することがわかる。とくに分圧比が1を超えるとサイドエッチ

(6)

量は大幅に減少するようになる。したがってフロンガスに対するヘリウムガスの分圧比が高まるにつれてエッチング後の絶縁膜の傾斜角度は急峻となるがこの傾斜角度は所定の膜厚に対して分圧比とサイドエッチ量から見積ることができるのでこのことからレジスト寸法通りの微細加工を行うことが可能となる。第1表の結果についてフロンガスに対するヘリウムガスの分圧比と絶縁膜の傾斜角度の関係を第8図に示す。

なおフロンガスに混合する希ガスには本実施例においてはヘリウムを用いた場合を述べたが、ヘリウムに限られることなく、例えばアルゴン(Ar)などその他の不活性ガスを用いても同様の結果が得られる。

〔発明の効果〕

半導体素子に設けられた絶縁膜などの微細加工を行うに当り、円筒形プラズマエッチング装置を用いてドライエッチングをするとき、従来サイドエッチ量が大きくなりレジスト直下で基板に対して垂直なエッチングができずそのため処理能力が

(7)

装置の要部断面図、第4図は平行平板形反応性イオンエッチング装置の要部断面図、第5図は第4図の装置によるエッチング後の部分的断面図、第6図はステップカバレッジ不良を示す部分的断面図、第7図はサイドエッチ量の説明図、第8図はガスの分圧比と絶縁膜の傾斜角度との関係を示した線図である。

1…シリコン基板、2…ポリシリコン絶縁膜、3…フォトリソ、14…配線金属。

代理人山 口



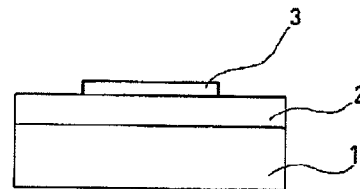
低いにも拘らず、平行平板形のエッチング装置が多用されているのに対し、本発明の方法によれば円筒形プラズマエッチング装置を用いてエッチングガスに希ガスを混合し、その分圧比を1以上にすることにより再現性よく平行平板形と同程度の垂直エッチングが可能となるばかりでなく、エッチングガスの分圧比を必要に応じて適当な値に定めることにより分圧比1以下でレジスト直下の絶縁膜のエッチング角度を半導体基板に対して傾斜をもたせるようにしてステップカバレッジ不良を避けることもできる。

すなわち本発明の方法はエッチングガスと希ガスの分圧比を適宜選択して被エッチング膜のサイドエッチ量を任意に制御することができるとともに円筒形プラズマエッチング装置を用いた量産効果も得られるものである。

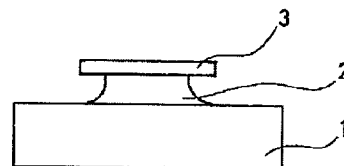
4.図面の簡単な説明

第1図は半導体素子のエッチング前の部分的断面図、第2図は同じくウエットエッチング後の部分的断面図、第3図は円筒形プラズマエッチング

(8)

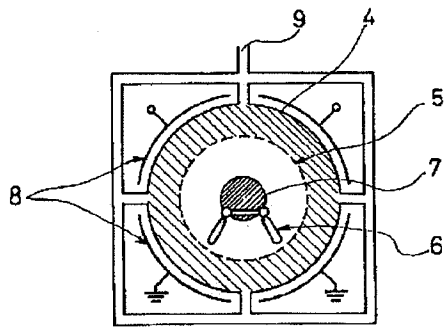


第1図

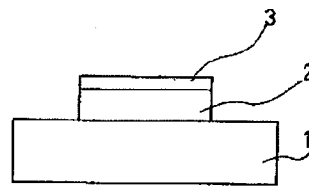


第2図

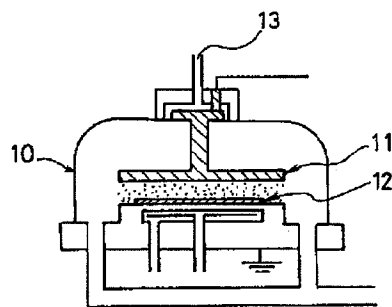
(9)



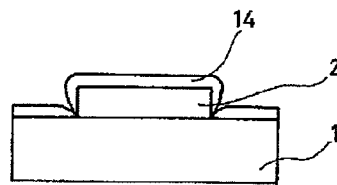
第 3 図



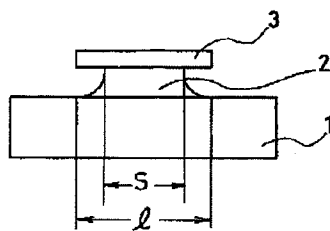
第 5 図



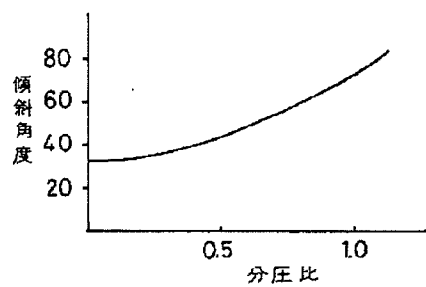
第 4 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図